Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.	39	219–236	München, 15. 12. 1999

Kieselhölzer (*Bombax*, *Carapa*, *Cinnamomum*) aus dem untermiozänen Ortenburger Schotter, Ostmolasse Bayerns

Silicified woods (*Bombax*, *Carapa*, *Cinnamomum*) from the lower miocene gravel-belt near Ortenburg, East Bavarian Molasse

Von ALFRED SELMEIER *)

Mit 10 Abbildungen

Kurzfassung

Drei Kieselhölzer aus dem Ortenburger Schotter, Fundort Rauscheröd, werden anhand von Dünnschliffen xylem-anatomisch bestimmt und den Familien Bombacaceae, Lauraceae und Meliaceae zugeordnet. Die rezenten Vergleichsgattungen dieser Hölzer sind altweltlich rein tropisch verbreitet, darunter die landseitig wachsende Mangrove *Xylocarpus* KOEN. Das untermiozäne Alter des Ortenburger Schotters und Reste einer tropischen Gehölzflora führen hinsichtlich der klimatischen Problematik zu verschiedensten Deutungen.

Abstract

The present paper is in continuation of the systematic study of silicified woods, collected in Tertiary sediments of Southern Germany, Upper Freshwater Molasse. The sand and gravel pits in the southeast of Bavaria were proven as particularly abundant in the lower miocene exposure of Rauscheröd close to Passau. The 3 identified woods belong to the families Bombacaceae, Lauraceae and Meliaceae. Their comparative species are exclusively of Old World tropical distribution, e.g mangrove *Xylocarpus* KOEN., growing on the terrestrial margin of "Tidal Forests".

1. Einleitung

Die Kieselhölzer der Fundstelle Rauscheröd nehmen unter den jungtertiären Holzfunden des Molassebeckens eine auffällige Sonderstellung ein. Über 70% der bisher bestimmbaren Hölzer haben altweltliche, rein tropisch verbreitete Vergleichsgattungen. Holzanatomische Fehlbestimmungen sind ausgeschlossen wie unter (2.2) und (3.2) näher erläutert wird. Die Gehölz-Kombination der in Rauscheröd nachweisbaren Familien und Gattungen ist bisher weltweit von keiner untermiozänen Fundstelle bekannt.

*) Prof. Dr. ALFRED SELMEIER, c/o Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München, Richard-Wagner-Straße 10, D-80333 München.

Die Kiesgrube der Firma „Sand- und Kieswerk Rauscheröd ULRICH ALEX GmbH“, 5 km nordwestlich Ortenburg, 440 m NN, liefert seit Jahrzehnten zahlreiche Kieselhölzer, teils große Stammreste. Die Hölzer zeigen teils interessante anatomische Merkmale, die selbst unter den rezenten 342 „Holz“ produzierenden Familien nur auf 7 Familien beschränkt sind (disjunkte Holzstrahl-Zellwände; SELMEIER 1998a). Fundorte von verkieselten Tertiärhölzern mit sog. „Tile cells“, Ziegelzellen, verteilen sich z.B. nur auf Japan, Vietnam, Indien, Oregon in Nordamerika, sind jedoch auch in Rauscheröd mehrfach bei *Grewioxylon* , einer Tiliaceae, nachweisbar.

Die hier beschriebenen 3 Hölzer sind ohne Rinde, haben rötlich braune Färbung und zeigen deutliche Holzstruktur. Die Hölzer sind Teil der Sammlung R. BAUMGARTNER, die außer wertvollen Tierresten einige Hundert Kieselhölzer enthält (PFEIL & WERNER 1991). Kieselhölzer, deren Bestimmung zu altweltlich rein tropisch verbreiteten Vergleichsgattungen führt, sind nicht nur holzanatomisch von besonderem Interesse (GOTTWALD 1997).

2. Anatomische Beschreibung

2.1 Bombacaceae

Bombacoxylon (KRÄUSEL) GOTTWALD 1969

Bombacoxylon oweni (CARR.) GOTTWALD 1969

D i a g n o s e: Gefäße meist paarig und zerstreut, rund bis oval, Durchmesser 200–260 µm, Durchbrechungen einfach, Tüpfel alternierend, Durchmesser 6–8 µm. Thyllen im Kernholz häufig. Strangparenchym überwiegend zu einreihigen und dicht folgenden Bandstücken aggregiert, Durchmesser der Einzelzellen 35–45 µm. Markstrahlen überwiegend zweireihig und homogen, vereinzelt stockwerkartig geordnet. Fasern unregelmäßig polygonal und mäßig dickwandig. Fossile Hölzer vom Strukturtyp *Bombax*, ähnlich *Scytopelatum* und *Sterculia* pp. – GOTTWALD konnte 26 Gattungen der Bombacaceae und 41 Gattungen der Sterculiacae xylem-anatomisch vergleichend berücksichtigen.

Bombacoxylon cf. *oweni* (CARR.) GOTTWALD 1969
(Abb. 1–2)

Sekundäres Dikotyledonenholz; stellenweise stark abgebaut und deformiert, Feinstrukturen nur teilweise ausreichend erhalten.

Z u w a c h s z o n e n undeutlich, einige Schliffbereiche infolge unterschiedlicher Gefäßgröße tangential etwas zoniert, Gefäße mit abnehmendem Durchmesser zeigen offensichtlich das Spätholz an und markieren Wachstumsgrenzen.

G e f ä ß e einzeln, selten paarig, im Querschnitt oval bis rundlich, 7–12 Gefäße je mm^2; Gefäße erheblich breiter als der tangentiale Abstand der dicht benachbarten Holzstrahlen, Gefäße tangential 56–246 µm, kleine Gefäße 56–90 µm, große 170–246 µm, ovale Formen, z.B. radial 290 µm zu tangential 190 µm, Wanddicke 6–7 µm; Hoftüpfel alternierend, dicht gedrängt, rundliche Formen, Durchmesser 5–6 µm; Durchbrechungen einfach, nur wenig geneigt, Gefäßelemente soweit meßbar 80–122 µm; Gefäße stark verthyllt, zusätzlich oft mit dunkelbraunen Inhaltsstoffen erfüllt, dünnwandige Thyllen klein und blasenförmig 28–74 µm, Durchmesser großer Thyllen bis 119 µm, im Tangentialschliff z. B. vertikal 122 : 76 µm, 110 : 40 µm oder 90 : 38 µm; 7–12 Gefäße je mm^2.

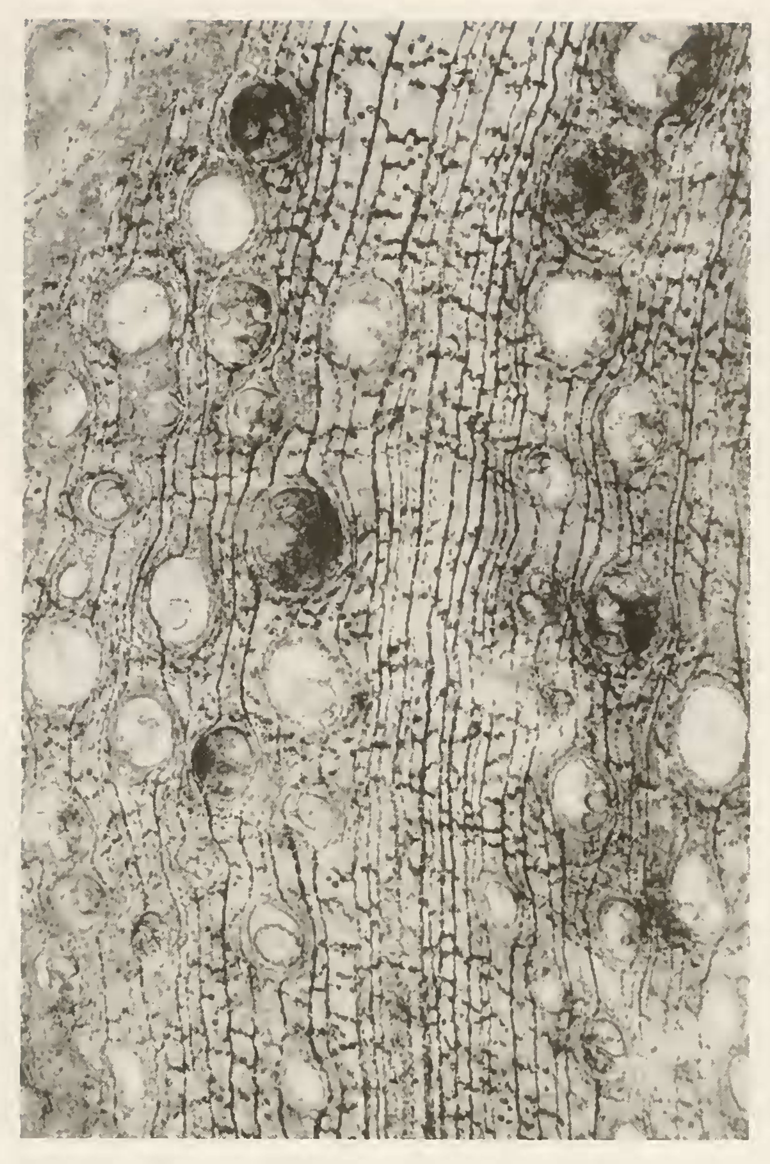


Abb. 1. *Bombacoxylon* cf. *oweni*. Querschliff im Bereich einer Grenzzone von kleinen zu größeren Gefäßen, × 40.

F a s e r n des Grundgewebes im Querschnitt überwiegend polygonal, quadratisch, häufig nur 1–2 Reihen zwischen zwei Holzstrahlen, seltener bis 11 Reihen, etwa 9 Faserreihen auf 100 µm tangentialer Erstreckung, Durchmesser der Fasern 10–16 µm, Wände mit zahlreichen rundlichen Tüpfeln, 5–7 µm.

P a r e n c h y m apotracheal und diffus, spärlich vasizentrisch, perlschnurartige Parenchymzellen häufig in kurzen, einreihigen Bändchen; radiale Abstände der Bändchen oft nur 26–78 µm, seltener bis 182 µm; die zarten, dunklen Parenchymbändchen kreuzen sich im Querschliff netzartig mit den ebenfalls dunklen Holzstrahlen; Parenchymzellen im Querschliff rundlich bis rechteckig, 8–18–25 µm, vertikal soweit meßbar, 14–21 µm, Tüpfel etwa 7 µm.

H o l z s t r a h l e n einreihig, 6–19 Zellen (130–330 µm) hoch, 1-reihiger Strahl z. B. 8 Zellen (156 µm) hoch, ein zweireihiger 28 Zellen (522 µm) hoch; Holzstrahlzellen schwach heterozellular, vertikal gestreckt oder quadratisch, vertikal 15–28 µm, tangential 15–20 µm, im Tangentialschliff mehrfach mit hellen, rhomboiden Einzelkristallen, Durchmesser der Kristalle etwa 13 µm; tangentialer Abstand dicht nebeneinander liegender Holzstrahlen 26–78 µm, maximal 17–21 Strahlen je mm.

V e r g l e i c h m i t r e z e n t e n T a x a : Das im Querschliff zarte und sich mit den dicht benachbarten Holzstrahlen kreuzende apotracheale Holzparenchym ergibt zusammen mit

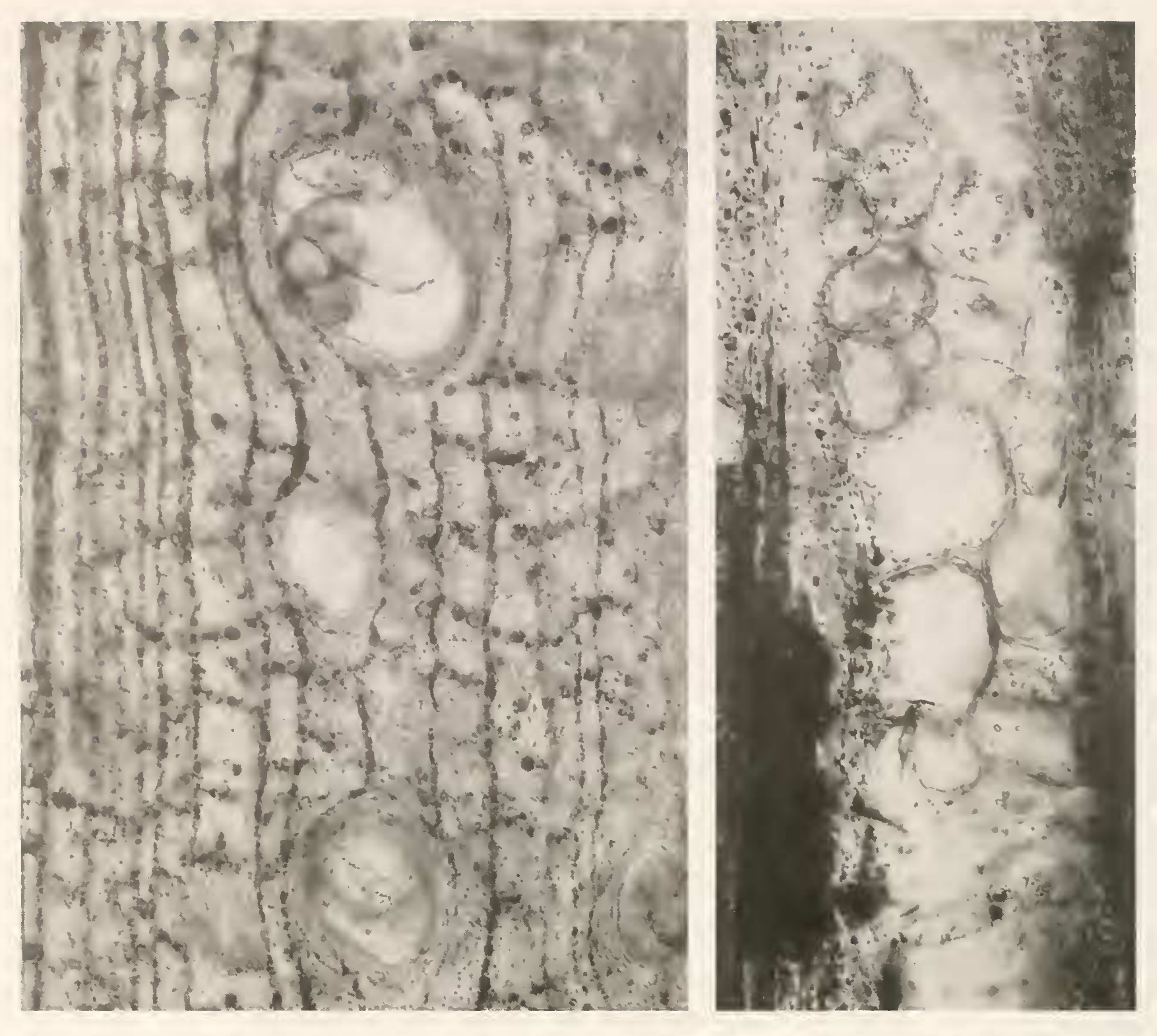


Abb. 2. *Bombacoxylon* cf. *oweni*. Querschliff (links), Gefäße mit Thyllen, netzförmiges Muster zwischen apotrachealen Parenchymbändchen und Holzstrahlen; × 100. – Tangentialschliff (rechts), dünnwandige, blasenförmige Thyllen in einer Wasserleitbahn; × 160.

den restlichen Merkmalen eine charakteristische anatomische Kombination. Diese taxonomisch wichtigen Merkmale sind in entsprechender Variation bei den Familien Bombaceae, Malvaceae und Sterculiaceae vertreten. Die konstante Ausbildung von Thyllen, von schmalen Holzstrahlen sowie die Neigung der Holzstrahlen zum Stockwerkbau trennen die Familien und sprechen für die Gattung *Bombax* L. Obwohl beim vorliegenden Holzrest nicht alle wünschenswerten Merkmale erhalten sind, deutet das anatomische Gesamtbild auf die Gattung *Bombax* .

Rezente Verbreitung: Die altweltliche Vergleichsgattung *Bombax* L. wächst heute in den Monsunwäldern Asiens. Die Bäume erreichen bis zu 45 m Höhe. Nach PURKAYASTHA (1996) umfaßt die Gattung *Bombax* L. acht Baumarten, verbreitet in Afrika sowie im tropischen Asien.

Vergleich mit fossilen Taxa: Von etwa 16 Fundstellen sind bisher Tertiärhölzer mit dieser auffälligen Struktur beschrieben, erstmals 1859 aus Ägypten. Um Wiederholungen beim Vergleich mit den vielen *Dombeyoxyla* (*Bombacoxyla*)-Funden zu vermeiden, wird auf die Arbeiten von GOTTWALD (1969, 1994, 1997) und SELMEIER (1985) verwiesen. – Sedimente des tieferen Eozäns und des Paläozäns lieferten wiederholt Pollen von *Bombax* L. (KRUTSCH 1970, 1976).

Literatur (Fossile Taxa): BEAUCHAMP, LEMOIGNE & PETRESCU 1973; BERRY 1924; BIONDI, KOENIGUER & PRIVÉ-GILL 1985; CARRUTHERS 1870; CHARRIER 1967; CHIARUGI 1928; EDWARDS 1931; FALQUI 1906; FELIX 1887; KOENIGUER 1967; KRÄUSEL 1939; LEMOIGNE 1978; PRIVÉ-GILL & PELLETIER 1981; SCHENK 1883; SCHUSTER 1910 (Nach GOTTWALD 1997 u. SELMEIER 1985).

Bestimmung: Das vorliegende Fundstück zeigt nicht mehr alle wünschenswerten anatomischen Merkmale. Es wird daher einschränkend mit (cf.) zur oft beschriebenen Art *Bombacoxylon* cf. *oweni* (CARR.) GOTTWALD gestellt.

Material: Sammlung R. BAUMGARTNER, BSP 1990 IV, Bg 92; Länge 16 cm, Umfang 11 cm; 2 Objektträger mit 3 Schliffen.

Fundschicht: Untermiozäner Ortenburger Schotter.

2.2 Lauraceae

Taxonomisch-anatomische Abgrenzung

Die Holzanatomie hat in diesem Jahrhundert zunehmend an Bedeutung gewonnen und liefert wichtige Befunde für die Beurteilung taxonomisch-phylogenetischer Zusammenhänge sowie anatomische Daten für die werkstoffgerechte Verwendung zahlreicher Holzarten.

Etwa 342 Familien produzieren innerhalb der heute existierenden Vegetation sekundäres Xylem (Holz). Eine der 342 rezenten Familien sind die Lauraceen. Es ist eine große Familie mit 50 Gattungen und etwa 4000 Arten. Die Lauraceen zeigen in den holzanatomischen Merkmalen eine große intrafamiliäre Homogenität. Daher bereitet die anatomische Bestimmung niederer Kategorien vielfach Schwierigkeiten und führt zu Abgrenzungsproblemen (GOTTWALD 1997). Welche Merkmale für eine xylem-anatomische Differenzierung bei rezenten Lauraceen grundsätzlich zu berücksichtigen sind, hat RICHTER (1981) an einem umfangreichen Probenkontingent nachgewiesen. Untersucht wurden 1600 Holzproben von ca. 830 art- und 160 gattungsbestimmten Stämmen. RICHTER (1981) konnte an 1600 rezenten Holzproben erstmals nachweisen, daß ohne Kenntnis der 4 Merkmale (Tüpfel der Gefäße, Tüpfel der Kreuzungsfelder, apotracheales Parenchym, septierte Fasern) eine xylem-anatomische Differenzierung der Lauraceae nicht möglich ist. Bei tertiären Lauraceen-Hölzern sind diese für eine Bestimmung entscheidenden Merkmale oft nur unzureichend erhalten geblieben. Beschrieben wurden bis heute über 50 fossile Lauraceen-Hölzer, die meist den unscharf abgrenzbaren Sammelgattungen *Laurinium* UNGER (1842) und *Laurinoxylon* FELIX (1883) zugeordnet wurden.

Einschließlich dieser zwei Sammelgattungen existieren heute 8 Gattungen unter den bisher beschriebenen Fossilfunden. Nur 3 dieser Gattungen sind jedoch xylem-anatomisch im Vergleich mit rezenten Hölzern eingrenz- und definierbar. Die 2 älteren fossilen Sammel-Gattungen sowie 3 weitere fossile Gattungen lassen nach heutigem Kenntnisstand keinen glaubhaften Rezentvergleich unterhalb der Kategorie Lauraceae zu.

Fossile Lauraceen-Hölzer	
Anatomisch eingrenzbar mit rezenten Taxa	Nicht näher eingrenzbar
Cinnamomoxylon GOTTWALD 1997 *Caryodaphnopsoxylon* GOTTWALD 1992 *Sassafrassoxylon* BREZINOVA & SÜSS 1988 *Ocoteoxylon* SCHUSTER 1909	*Laurinium* UNGER 1842 *Laurinoxylon* FELIX 1883 *Perseoxylon* FELIX 1887 *Machilusoxylon* (BANDE) INGLE 1974

Aufgrund dieser rezenten Vorgaben hat GOTTWALD (1997) erstmals die fossile Gattung *Cinnamomoxylon* aufgestellt. Sie umfaßt die Xylem-Merkmale der rezenten Gattung *Cinnamomum*, ferner Arten der Gattungen *Lindera* THUMB., *Litsea* LAM. und *Persea* MILL. Die anatomische Variationsbreite dieser Gattungen konnte GOTTWALD an 305 Arten vergleichend berücksichtigen. Alle nicht vollständig beschreibbaren fossilen Lauraceen-Hölzer verbleiben somit in der anatomisch unscharf begrenzten Gattung *Laurinoxylon* FELIX (1883). Diagnostisch relevante Merkmale wie Tüpfel, Kreuzungsfelder und septierte Fasern konnten damals noch nicht erfaßt werden. Nach GOTTWALD (1997) sind unter den aufgestellten *Laurinium*/*Laurinoxylon*-Hölzern nur 12 Arten ausreichend und vergleichbar beschrieben.

Cinnamomoxylon GOTTWALD 1997

D i a g n o s e: Gefäße zerstreut bis schwach halbringporig, in kurzen radialen Ketten und solitär, Durchmesser >80 µm; Durchbrechungen einfach oder einfach und kurz leiterförmig, Tüpfel alternierend, Durchmesser 8–12 µm; häufig mit dünnwandigen Thyllen. Holzstrahlen überwiegend schwach heterozellular, 2–4 Zellen breit, 250–450 µm hoch; Kreuzungsfelder „Typ I/II" (RICHTER 1981); idioblastische Sekretzellen (Ölzellen) unterschiedlich häufig an den Kantenzellen der Holzstrahlen. Vertikales Parenchym vasizentrisch bis aliform, begrenzt auch confluent; Sekretzellen unterschiedlich häufig und verschieden groß. Stützgewebe aus Fasern, dünnwandig bis mäßig dickwandig, Septen überwiegend fehlend oder nur sehr vereinzelt eingestreut; idioblastische Sekretzellen unterschiedlich häufig zwischen den Fasern.

Cinnamomoxylon cf. *limagnense* (PRIVÉ-GILL & PELLETIER) GOTTWALD 1997
(Abb. 3–5)

Sekundäres Dikotyledonenholz; Erhaltung ausreichend, verquirlte Holzstruktur im Bereich eines Astansatzes, Durchmesser maximal 3,4 mm.

G e f ä ß e zerstreutporig, 11–12 Gefäße je mm², teils schwach tangential zoniert, einzelne und Zwillingsporen, selten dreiporig, teils Tendenz zu etwas diagonaler und tangentialer Gruppierung, Holzstrahlen oft wellig den Gefäßen ausweichend; Gefäße im Querschnitt oval, in radialer Richtung gestreckt (z. B. 189 : 119 µm), große Einzelgefäße tangential 98–104–159 µm, Zwillingsporen radial 245–270 µm, tangential 98–152 µm, dreiporig z. B. 287 : 106 µm, kleine Einzelgefäße tangential 52–87 µm, Gefäße oft mit gelben Inhaltsstoffen und dünnwandigen Thyllen; Gefäßelemente 122–330 µm, intervaskulare Tüpfel alternierend, rundlich und oval, 7–10 µm, etwa 10–11 Tüpfel innerhalb einer waagrechten Linie von 80 µm; Kreuzungsfeldtüpfel, soweit erkennbar, rundlich und oval, 10 µm.

F a s e r n des Grundgewebes im Querschliff polygonal oder quadratisch, Durchmesser 14–21 µm, Wanddicke 4–5 µm, zwischen zwei Holzstrahlen 1–3–14 Reihen; hell erscheinende Sekretzellen (Idioblasten) verstreut im Grundgewebe, vertikal 72–184 µm, tangential 32–71 µm, radial bis 60 µm.

P a r e n c h y m vasizentrisch und diffus, Parenchym die Gefäße oft nur teilweise in 1–2 Lagen umhüllend, konfluentes Parenchym zwischen benachbarten Poren; Holzparenchymzellen im Querschnitt etwa 25–31 µm, vertikal z. B. 44–126 µm, tangential 27–56 µm, große Parenchymzellen im Querschnitt 50 : 28 µm oder 41 : 22 µm, rundliche Tüpfel 4,5 µm, länglich ovale Tüpfel (8–16) : (5–6)µm.

H o l z s t r a h l e n 1–2 –(3) Zellen breit, bei schwacher Vergrößerung im Tangentialschliff schmale, spitz auslaufende Spindeln, 1-reihige Strahlen mit vertikal gestreckten Zellen bis 310µm hoch, 2-reihige Strahlen (5)–16–28 Zellen (120–735 µm) hoch, tangentiale Breite zweireihiger, schmaler Strahlen ca. 35 µm, Strahlen seltener dreireihig, 15–37 Zellen (352–907



Abb. 3. *Cinnamomoxylon* cf. *limagnense* – Querschliff. Verstreute Poren, Holzstrahlen und vasizentrisch-confluentes Parenchym; × 65.

µm) hoch, ein teils 4-reihiger Holztrahl 16 Zellen (252 µm) hoch; in Astnähe verquirlte Struktur der Holzstrahlen, Astzellen polygonal, Durchmesser 12–31–(70) µm; Holstrahlzellen heterozellular, liegend, quadratisch oder vertikal gestreckt, liegende Zellen vertikal 19–25 µm, Kantenzellen vertikal bis 56 µm, Ölidioblasten als Kantenzellen bis 91 µm hoch; meist 7–9–(10) Strahlen je mm.

V e r g l e i c h m i t r e z e n t e n T a x a : Die mikroskopische Struktur des vorliegenden Kieselholzes zeigt zweifelsfrei die anatomischen Merkmale der Familie Lauraceae. Innerhalb dieser Familie entspricht es der Gattung *Cinnamomum* SCHAEFFER, sowie nach RICHTER (1981) mit Einschränkungen den Gattungen *Lindera* THUMB., *Litsea* LAM. und *Persea* MILL.

R e z e n t e V e r b r e i t u n g : Die Gattung *Cinnamomum* umfaßt über 250 Baumarten in Asien und Australien, 16 davon in Indien (PURKAYASTHA 1996).

L i t e r a t u r (Rezente Taxa) : DESCH 1957; HAYASHI et al. 1973; JANSONIUS 1952; LECOMTE 1926; PEARSON & BRAUN 1932; RICHTER 1981a,b, 1985, 1990; RICHTER & VAN WEYK 1990;

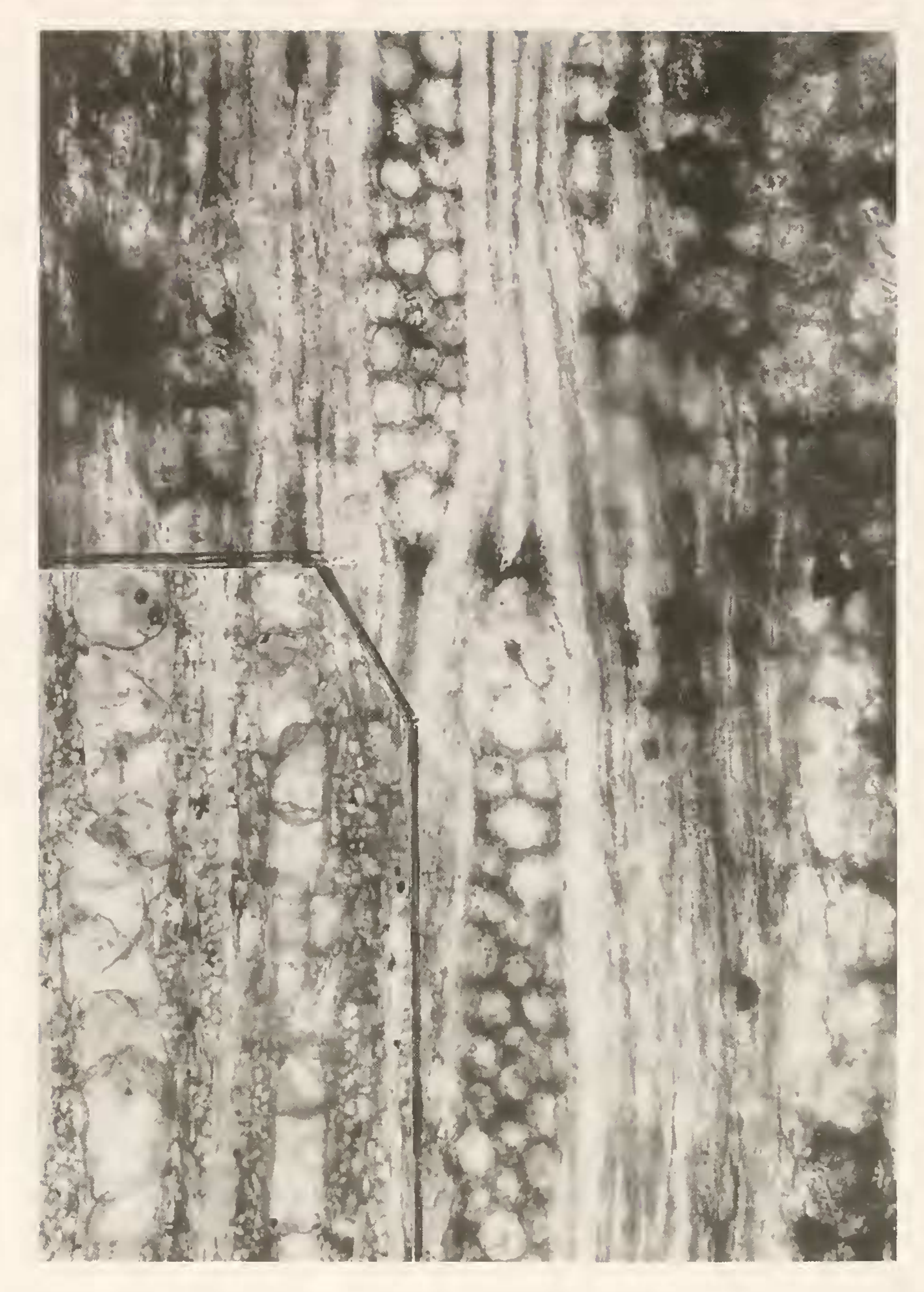


Abb. 4. *Cinnamomoxylon* cf. *limagnense* – Tangentialschliffe. 2–3reihige Holzstrahlen mit einer idioblastischen Kantenzelle; × 210; unten links, Wasserleitbahnen mit dünnwandigen Thyllen; × 70.

ROHWER & RICHTER 1987; ROHWER, RICHTER & VAN DER WERFF 1991 (Nach GOTTWALD 1997).

Vergleich mit fossilen Taxa: Unter Berücksichtigung der Neuordnung fossiler Lauraceen durch GOTTWALD (1997), verbunden mit der Aufstellung von *Cinnamomoxylon* nov. comb., zeigt das vorliegende Holz die größte Ähnlichkeit mit *Cinnamomoxylon limagnense* (PRIVÉ-GILL & PELLETIER) GOTTWALD 1997.

Bestimmung: Das vorliegende Kieselholz wird einschränkend mit (cf.) dieser vor kurzem neu aufgestellten fossilen Gattung zugewiesen. Unterschiede einzelner Merkmale werden als biologisch bedingte Variation angesehen.

Material: Sammlung R. BAUMGARTNER, BSP 1990 IV, Bg 131; Länge 21,5 cm, Breite 21 cm; 4 Objektträger mit 5 Schliffen.

Fundschicht: Untermiozäner Ortenburger Schotter.



Abb 5. *Cinnamomoxylon* cf. *limagnense* – Tangentialschliff mit verquirlter Holzstruktur am Rand eines 3,4 mm großen Astansatzes; × 120.

2.3 Meliaceae

Carapoxylon (Mädel 1960) emend. Gottwald 1997

Diagnose: Gefäße in kurzen radialen Ketten und solitär, Durchmesser 100–190 µm, Gefäße 5–20 je mm^2; Durchbrechungen ausschließlich einfach, Tüpfel alternierend, Durchmesser 3–3,5 µm; Holzstrahlen 1–4-reihig, 250–380 µm hoch, schwach heterozellular; teils unterschiedlich deutlich mit Stockwerkbau. Kreuzungsfelder mit zerstreuten rundlichen Tüpfeln, Tüpfel wie zwischen Gefäßen; Kristalle möglich. Vertikales Parenchym überwiegend apotracheal in marginalen Bändern und Bandstücken, 2–4 Zellen breit, häufig schizo-lysigen erweitert, vereinzelt auch eingestreut; außerdem schwach vasizentrisch. Stützgewebe aus septierten Fasern, Durchmesser 12–16 µm, Wandstärken < 6 µm. Inhalte aus gelblich- bis rötlich-braunen amorphen Massen („Gummi") in allen Zellen möglich, besonders in den schizo-lysigenen Erweiterungen des marginalen Parenchyms.

Carapoxylon cf. *xylocarpoides* GOTTWALD 1997
(Abb. 6–9)

Sekundäres Dikotyledonenholz; feinstrukturelle Merkmale teils ausreichend erhalten.

Zuwachszonen kaum erkennbar und wenig ausgeprägt, terminale Parenchymbänder und etwas kleinere Gefäße markieren die Begrenzung.

Gefäße zerstreutporig, einzeln und radial zu 2–3, rundlich bis oval, häufig mit dunkelbraunen amorphen Substanzen erfüllt, 10–12 Gefäße je mm², Einzelgefäße tangential 90–155 µm, dreiporige z. B. radial 330 µm, tangential 122 µm, Länge der Gefäßelemente 20–570 µm, Gefäße von Fasern oder spärlich von Parenchym umgeben, sonst an Holzstrahlen grenzend, Durchbrechungen einfach, wenig geneigt, Durchbrechungen fast stets mit dunklen amorphen Substanzen belegt, intervaskulare Tüpfel alternierend, dicht gedrängt, sehr klein, 3–4 µm; Tüpfel der Kreuzungsfelder, soweit erkennbar, wie die der Gefäße.



Abb. 6. *Carapoxylon* cf. *xylocarpoides*. – Querschliff. Zerstreutporige Gefäße mit dunklen Inhaltsstoffen und marginalem Parenchymband; × 25.

F a s e r n des Grundgewebes radial gereiht, meist 2–7–11 Reihen zwischen zwei Holzstrahlen, im Querschnitt polygonal und quadratisch, Durchmesser 14–18 µm, Wandstärke etwa 2 µm, deutlich septiert, Länge der septierten Abschnitte 20–66 µm.

P a r e n c h y m schwach vasizentrisch in meist unterbrochenen 1–3-zelligen Lagen um die Gefäße, daneben apotracheal verlaufende marginale Parenchymbänder, 4–6 Zellen breit, radialer Abstand der Bänder 180–205 µm, Parenchymzellen im Durchmesser 23–29 µm, vertikal 40–74, radial 28–32 µm.

H o l z s t r a h l e n 1-2-(3)-reihig, Tendenz zu stockwerkartiger Anordnung (IAWA list 1989; feature 122), Höhe der Holzstrahlen 210–530 µm, ein 1-reihiger Strahl z.B. 6 Zellen (220 µm) hoch, ein 2-reihiger z. B. mit 11 Zellen (340 µm), Höhe 2-reihiger Strahlen bis 510 µm, Holzstrahlzellen schwach heterozellular, liegende Zellen vertikal 19–25 µm hoch, Kantenzellen bis 62 µm; Holzstrahlzellen häufig mit dunklen, amorphen Massen angefüllt, mehrfach Holzstrahlzellen mit rhomboiden Einzelkristallen, Seitenlänge der Kristalle 12–14 µm; 9–11 Strahlen je mm.



Abb. 7. *Carapoxylon* cf. *xylocarpoides*. Tangentialschliff. – Holzstrahlen mit Tendenz zu stockwerkartiger Anordnung, Faserzellen septiert; × 100.

Vergleich mit rezenten Taxa: Abgesehen von (fehlenden) schizo-lysigenen Veränderungen, ist die erkennbare Merkmalskombination nur bei der Gattung *Xylocarpus* Koen. (sensu *Carapa xylocarpoides*) zu beobachten. Die Holzstrahlen des Fossilrestes sind überwiegend 2-reihige, schmale Spindeln und zeigen eine Tendenz zum Stockwerkbau, die Fasern sind deutlich septiert.

Rezente Verbreitung: Südost-Asien, Australien, Ostafrika. Die Gattung *Xylocarpus* Koen., eine Mangrove, besteht aus nur 3–(5) Arten. Sie wächst als „halbtrockene" Mangrove innerhalb der landseitigen Zone oder bevorzugt die Ufer küstennaher Zuflüsse.

Literatur (Rezente Taxa): Burgess 1966; De Freitas 1955; Hayashi et al. 1973; Jansonius 1952; Lecomte 1926; Ogata 1975–1983; Pearson & Brown 1932 (Nach Gottwald 1997).

Vergleich mit fossilen Taxa: Dem rezenten Formenkreis der Gattung *Xylocarpus* (Xylocarpaceae) entspricht die fossile Gattung *Carapoxylon* Mädel (1960). Bei anatomischen Beschreibungen von *Carapoxylon ortenburgense* Selmeier (1985,1989) wurde eine schwach ausgeprägte Tendenz der Holzstrahlen zu Stockwerkbau nicht erwähnt. Gottwald (1997) hat dieses Merkmal mit der Aufstellung der neuen Art *Carapoxylon xylocarpoides* entsprechend berücksichtigt.

Das vorliegende Holz (Bg 154) wird dieser Art einschränkend mit (cf.) zugewiesen. Die bisweilen 3-reihigen Holzstrahlen (Abb. 7) sind auch bei Gottwald (1997, Taf. V, Abb. 44) eindeutig und zweifelsfrei erkennbar und widersprechen offensichtlich nicht der Feststellung von Gottwald (1997: 30) „1–2-reihig".

Erwähnt muß werden, daß aus dem Ortenburger Schotter (Slg. R. Baumgartner) derzeit viele weitere Hölzer von *Carapoxylon* div. mit apotrachealen Parenchymbändern und schizolysigenen Erweiterungen vorliegen. Diese Hölzer sind in den übrigen Merkmalen dem vorliegenden Fossilrest ähnlich.

Literatur (Fossile Taxa): Artenlisten – Gottwald (1997), Selmeier (1983, 1985, 1989).

Bestimmung: *Carapoxylon* cf. *xylocarpoides* Gottwald 1997.

Material: Sammlung R. Baumgartner, BPS 1990 IV, Bg 154; Länge 9 cm, Umfang 11 cm; 3 Objektträger mit 4 Schliffen.

Fundschicht: Untermiozäner Ortenburger Schotter, Rauscheröd.

3. Gehölzflora des Ortenburger Schotters

3.1 Zuwachszonen tropischer Laubhölzer

Unterschiedliche Niederschlagsmengen, Überflutungen im Wechsel mit extremer Trockenheit, Schwankungen der Temperatur und veränderte Lichtverhältnisse verursachen auch bei Laubhölzern tropischer Standorte einen am Querschnitt erkennbaren Einfluß auf den Zuwachs. Die rezenten tropischen Laubholzarten bilden, abhängig von diesen Umwelteinflüssen, meist schwach ausgeprägte Zuwachszonen, jedoch keine typischen „Jahrringe". Veränderungen der mikroskopischen Holzstruktur zeigen sich vorwiegend im Querschnitt: Unterschiedliche Porendichte, abnehmender tangentialer Durchmesser der Gefäße, radiale Verkürzung von Holzfasern, apotracheale und marginale Parenchymbänder verbunden mit schizolysigenen Erweiterungen. Farbige, eingelagerte Substanzen werden als Reaktion auf biologischen Streß wie Rindenbrand oder extreme Schwankungen des Grundwasserspiegels gedeutet (Gottwald 1997, Scheiber 1965).

Die Querschliffe der 3 vorliegenden Kieselhölzer zeigen, wie erwähnt und abgebildet, ebenfalls die typischen, schwach ausgeprägten Veränderungen der Holzstruktur. Über experimentelle Untersuchungen hinsichtlich der Periodizität des Wachstums tropischer Laubgehölze berichten Eckstein, Saas & Baas (1995).

3.2 Tropische Gehölzflora

Nachfolgend sind die bis heute bestimmbaren Kieselhölzer des Ortenburger Schotters, Fundstelle Rauscheröd, angeführt. Fossile Taxa mit *) gehören zu Gehölzen, deren heutige Vergleichsgattungen altweltlich und rein tropisch verbreitet sind. Die 3 in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Hölzer *Bombacoxylon*, *Cinnamomoxylon* und *Carapoxylon* gehören ebenfalls zu *).

Familie	Fossile Taxa	Anzahl derHölzer
Gymnospermae	*Taxodioxylon* sp.	14
Bombacaceae	*Bombacoxylon oweni* *	5
Ebenaceae	*Eudiospyroxylon* cf. *multiradiatum**	1
Ebenaceae	*Euebenoxylon polycristallum*	1
Ericaceae	*Ericaceoxylon macroporosum*	1
Euphorbiaceae	*Euphorbioxylon ortenburgense**	1
Fagaceae	*Castanoxylon* div.	6
Fagaceae	*Quercoxylon* sp.	2
Flacourtiaceae	*Homalioxylon europeum* et sp.*	3
Lauraceae	*Laurinoxylon* div.	5
Lauraceae	*Cinnamomoxylon* div*.	13
Meliaceae	*Carapoxylon xylocarpoides**	2
Meliaceae	*Carapoxylon ortenburgense**	17
Meliaceae	*Carapoxylon* div.*	56
Meliaceae	*Cedreloxylon cristalliferum**	1
Myricaceae	*Myricoxylon zonatum*	3
Myricaceae	*Myricoxylon* sp.	15
Tiliaceae	*Grewioxylon autumnalis**	5
Tiliaceae	*Grewioxylon neumaieri**	3
Tiliaceae	*Grewioxylon ortenburgense**	6
Tiliaceae	*Grewioxylon* div.*	11
Palmae	*Palmoxylon* sp.	9
	Gesamtzahl der Holzfunde	180

Überblickt man die Liste, so fällt auf, daß 75 verkieselte Einzelfunde *Carapoxylon*-Hölzer aus der Familie der Meliaceae sind. Wie anatomisch eingehend überprüft, kommt als rezente Vergleichsgattung neben *Carapa* sp. nur *Xylocarpus*, sensu *Carapa xylocarpoides*, in Frage. Arten dieser Vergleichsgattung, Formationsklasse „Mangrove“, wachsen rezent am landseitigen Rand der „Tidal Forests“ oder in Ufernähe von Küstenflüssen (Gottwald 1997).

Alle übrigen mit *) gekennzeichneten fossilen Taxa haben ebenfalls rezente Vergleichsgattungen mit altweltlichen, rein tropischen Biotop-Arealen.

Eine derart auffällige Kombination von Kieselhölzern mit rein tropischen Vergleichsgattungen ist – bezogen auf eine untermiozäne Schüttung – bisher unbekannt. Die Fundstelle Rauscheröd nimmt diesbezüglich eine Sonderstellung ein.

Anatomische Fehlbestimmungen der Kieselhölzer des Ortenburger Schotters sind ausgeschlossen. Die Holzbestimmungen *Bombacoxylon*, *Carapoxylon* und *Grewioxylon* (Selmeier 1983, 1985, 1989) wurden von Gottwald nicht nur bestätigt, sondern übernommen und teils erweitert. Gottwald (1997) konnte in Hamburg-Lohbrügge (BFH) die Dünnschliffe der Kieselhölzer aus Rauscheröd mit einem großen rezenten Probenkontingent vergleichen und somit alle Bestimmungen zweifelsfrei absichern. Die Bundesforschungsanstalt für Forst- und

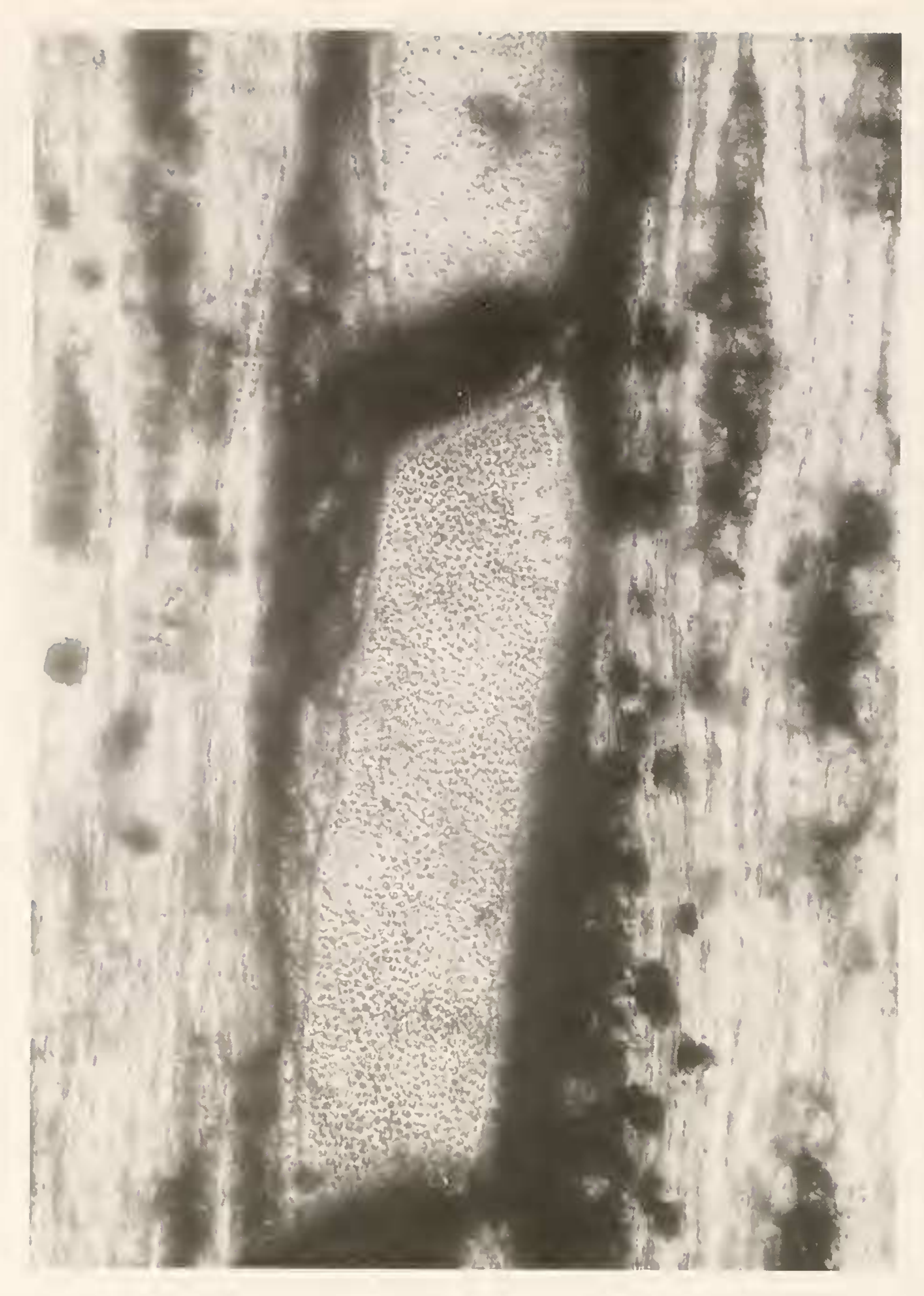


Abb. 8. *Carapoxylon* cf. *xylocarpoides.* – Tangentialschliff. Gefäßwände mit alternierenden, 3–4 µm kleinen Hoftüpfeln, Durchbrechungen einfach, mit dunklen Inhaltsstoffen belegt; × 150.

Holzwirtschaft (BFH), Hamburg-Lohbrügge, verfügt über die größte mitteleuropäische Xylothek. Die Holz- und Dünnschnittsammlung umfaßt derzeit rezente Hölzer von etwa 23 000 Bäumen, Sträuchern und Lianen aus allen Klimazonen der Erde.

3.3 Mangrove *Xylocarpus* (Abb. 10)

Die fossile Gattung *Carapoxylon* (Mädel 1960) emend. Gottwald 1997, umfaßt die mikroskopischen Holzmerkmale der Gattung *Carapa* Aubl., sowie die etwas abweichenden Merkmale der Gattung *Xylocarpus* Koen. (Gottwald 1997; Selmeier 1983, 1989) Die tropisch asiatisch-australisch-ostafrikanische Gattung *Xylocarpus* Koen. besteht nur aus 3–(5) Arten.

Wuchsformen: Niedere, bis 18 m hohe Bäume, Brettwurzeln, teils mit krüppelhaftem, Apfelbaum-ähnlichem Wuchs, Fiederblätter, Rinde platanenartig. *Xylocarpus granatum,* Syn-

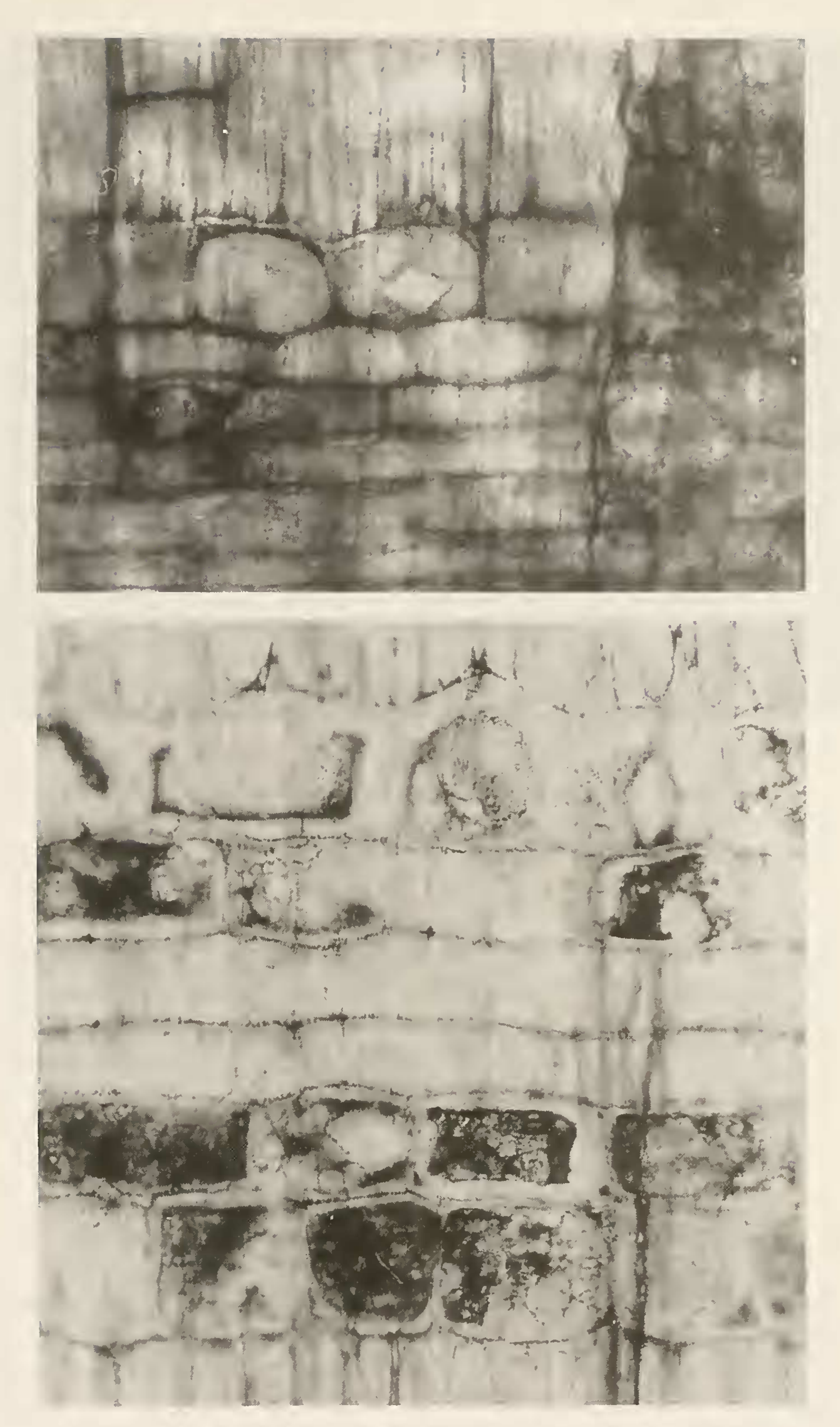


Abb. 9. *Carapoxylon* cf. *xylocarpoides*. Radialschliffe mit heterozellularen Holzstrahlen, rhomboiden Einzelkristallen und dunklen, amorphen Inhaltsstoffen. Oben, × 280; untern, × 420.

onym *X. obvatus* (Bl.) A. Juss., hat dicke, korkartige Samenschalen. Die Früchte springen wie Granaten auf und geben die gut im Meerwasser schwimmenden Samen frei.

S t a n d o r t e : Trockene oder schlickige Biotope in unmittelbarer Nähe altweltlicher tropischer Küsten, Standorte an landeinwärts führenden, teils brackischen Flußufern, trockene Standorte am landseitigen Rand der „Tidal Forests", landseitiger Rand des Mangrovegürtels



Abb. 10. Biotop der Mangrove *Xylocarpus moluccensis*, senu *Carapa xylocarpoides*. Die schlangenartig gewundenen Brettwurzeln gehören zu *Xylocarpus moluccensis*, die Pneumatophoren im Hintergrund stammen von der Mangrove *Brugiera gymnorrhiza*. – Aufnahme: VON FABER in (FRANKE 1938).

an der Grenze zum beginnenden Regenwald. Die Wurzeln der „Festland-Mangrove" werden oft nur bei hohen Fluten vom Wasser überspült.

Rezente Verbreitung: Mangrovearten *Xylocarpus granatum* und *X. moluccensis* (FRANKE 1938, WARBURG 1921, WALTER 1973, PURKAYASTHA 1996, GOTTWALD 1997) und W. MACNAE (schriftlich): Andamanen, Australien, Borneo, Birma (Myanmar), Java, Madagaskar, Malaysische Halbinsel, Neuguinea, Ostafrika, Ost-Thailand, Philippinen, Sri Lanka, Sumatra, Viet Nam.

3.4 Pollenspektrum von Rauscheröd

Nach SEITNER (1987: 240) zeigt das Liegende der Pflanzenlager von Rauscheröd ein Pollenspektrum, das in der Häufigkeit seines Nachweises zweifelsfrei auf Meeresnähe deutet: Küstennahe Pinaceen-Wälder und Pflanzengemeinschaften (tropischer) Regenwälder, belegt durch *Calamus*- und *Daemonorops*-Pollen. Diese monokotylen Palmen-Gattungen, *Daemonorops* und *Calamus* (Kletter- oder Rotangpalmen) sind heute in SO-Asien, Australien und Afrika verbreitet. Die kriechenden Wurzelstöcke von *Calamus* entwickeln fortlaufend neue Stämme (Spanisches Rohr).

Ähnlich wie das erwähnte Pollenspektrum deuten auch zahlreiche Holzreste aus Rauscheröd, vor allem die landseitige Mangrove *Carapoxylon*, sensu *Xylocarpus*, auf Meeresnähe. Nach SEITNER (1987: 224) gelten als typische Regenwaldelemente: *Ampelopsis*, Araliaceae, Bombacaceae, *Calamus*, *Mastixia*, Meliaceae, *Palmae*, *Parthenocissus*, Sapotaceae und Symplocaceae. Die Familien Bombacaceae und Meliaceae sind durch verkieselte Holzreste ebenfalls seit den Erstfunden (SELMEIER 1983,1985, 1989) in Rauscheröd vielfach nachweisbar.

3.5 Tropischer Tieflandwald

Beim Versuch, eine Vorstellung der einstigen Bewaldung zu erhalten, verweist GOTTWALD (1997) auf die sehr spezifische Formationsklasse „Mangrove“, Gattung *Carapoxylon*, sensu *Xylocarpus*. Diese Mangrove wächst, wie erwähnt, entweder in Ufernähe von Küstenflüssen oder am landseitigen Rand der „Tidal Forests“. Die *Carapoxylon*-Hölzer sind unter den Kieselhölzern des Ortenburger Schotters die mit großem Abstand häufigsten Fundstücke. Unter Einbeziehung der anderen tropisch verbreiteten Vergleichsgattungen, deutet alles auf einen tropischen Tieflandwald mit großen Sträuchern sowie wechselgrünen und immergrünen Laubbäumen. Als Vergleich wird eine heute in SO-Asien verbreitete, von Holzpflanzen dominierte Vegetation eines lichten, küstennahen Waldes angenommen.

Beobachtungen und Studien der strandnahen Gehölzflora durch Prof. H. GOTTWALD in SO-Asien und Papua Neuguinea belegen nach GOTTWALD (1997: 44) zwingend, daß im Unteren Miozän des Ortenburger Schotters die klimatischen Voraussetzungen für diese tropische Tieflandvegetation nicht mehr gegeben waren.

3.6 Geologisches Alter der Hölzer

Der Ortenburger Schotter, eine typisch schräggeschichtete, fluviatile Deltaschüttung, wurde am Südrand der Böhmischen Masse in nordwestlicher Richtung sedimentiert. Gesichertes geologisches Alter des Ortenburger Schotters: Jungtertiär, Unteres Miozän (GRIMM 1977; BAUBERGER & UNGER 1984; ZIEGLER & FAHLBUSCH 1986; HAGN, HEISSIG & SCHLEICH 1990; UNGER 1984, 1995).

Nach HEISSIG (1997): MN-Zone 4b.

Die ersten xylem-anatomisch identifizierten Kieselhölzer des Ortenburger Schotters, rezent tropisch verbreitete Bombacaceen, Meliaceen und Tiliaceen, wurden damals altersmäßig als „Unter-Miozän“ oder „aus dem Ottnang stammend“ eingestuft (SELMEIER 1983, 1985, 1986, 1989). Dieses für die Hölzer angenommene Alter ist nach GOTTWALD (1997) nicht zutreffend.

Die in jüngster Zeit in großer Anzahl von GOTTWALD (1997) zusätzlich identifizierten fossilen Hölzer mit rein tropischen Vergleichsgattungen können nach GOTTWALD keineswegs unter den klimatischen Bedingungen des Unter-Miozäns gewachsen sein.

4. Dank

Für die Anfertigung der Dünnschliffe danke ich Herrn H. MERTL, für Fotarbeiten Herrn G. BERGMEIER und Herrn R. R. ROSIN (Filmentwicklung, Bildabzüge). Der anatomische Vergleich mit rezenten Dünnschnitt-Präparaten einer großen Xylothek sowie die Benützung von Spezialliteratur am Institut für Holzforschung der Technischen Universität, Winzererstraße 45, D-80797 München, ermöglichten die Identifizierung der Holzfossilien. Herrn Dr. DIETGER GROSSER, Akademischer Direktor, gilt hier mein besonderer Dank.

5. Literatur

BAUBERGER, W., UNGER, H. J. et al. (1984): Geologische Karte von Bayern 1:25000. Erläuterungen zu Blatt-Nr. 7446 Passau. – 175 S., 28 Abb., 16 Tab., 8 Beil.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

Bayerisches Geologisches Landesamt [Hrsg.] (1996): Erläuterungen der Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000. – 4. Aufl., 329 S.; München.

ECKSTEIN, D., SAAS, U. & BAAS, P.[Hrsg.], (1995): Growth Periodicity in Tropical Trees. – IAWA Journal, 16: 323–442, 10 Abb., 1 Tab.; Leiden.

FRANKE, A. (1938): Botanische, ökologische und waldbauliche Hinweise zu den afrikanischen Mangroven. – Kolonialforstliche Merkblätter (Mangroven), Reihe 4, 14 S., 23 Abb.; Hamburg, Reinbek.

GOTTWALD, H. (1969): Zwei Kieselhölzer aus dem Oligozän von Tunis, *Bombacoxylon oweni* und *Pseudolachnostyloxylon weylandii*. – Palaeontographica, B, **125**: 112–118, 1 Taf.; Stuttgart.
GOTTWALD, H. (1994): Tertiäre Hölzer aus dem Chindwinn-Bassin im nordwestlichen Myanmar (Birma). – Documenta naturae, **86**: 1–90. 28 Abb., 2 Tab., 9 Taf.; München.
GOTTWALD, H. (1997): Alttertiäre Kieselhölzer aus miozänen Schottern der ostbayerischen Molasse bei Ortenburg. – Documenta naturae, **109**: 1–83, 24 Abb., 4 Tab., 11 Taf.; München.
GRIMM, W.-D. (1977): Erd- und Landschaftsgeschichte der Umgebung von Griesbach im Rottal. – Therme, Kulturhefte, **1**: 7–13, 8 Abb., 1 Profil; Griesbach i. Rottal.
HAGN, H., HEISSIG, K. & SCHLEICH, H. (1990): Die jungtertiäre Molasse zwischen Vilshofen und Passau. – Der Bayerische Wald, **23**: 25–30, 1 Abb.; Passau.
HEISSIG, K. (1997): Eine Lokalzonierung der Oberen Süßwassermolasse Bayerns und ihre biostratigraphische Korrelation. – In: Treffen der Molasse-Geologen 1997, 12.–13. Dezb. in Laimering/Augsburg, S. 8–9; München (Kurzfassung Vorträge).
IAWA Committee on Nomenclature (1989): IAWA list of microscopic features for hardwood identification (WHEELER, BAAS, GASSON [eds.]) – IAWA Bull., n.s., **10**: 219–332, 190 Abb.; Leiden (Rijksherbarium).
KRUTZSCH, W. (1970): Einige neue Pollenformen aus den Familien Tiliaceen, Bombacaceen und Sterculiaceen aus dem mitteleuropäischen Alttertiär. – Jb. Geol., **3**: 275–307, 2 Abb., 2 Tab., 7 Taf.; Berlin.
KRUTZSCH, W. (1976): Die Mikroflora der Braunkohle des Geiseltales, Teil IV. – Abh. Zentr. Geol. Inst. Berlin, **26**: 47–92, 4 Abb., 8 Tab.; Berlin.
MÄDEL, E. (1960): Mahagonihölzer der Gattung *Carapoxylon* n. g. (Meliaceae) aus dem europäischen Tertiär. – Senk. Leth., **41**: 393–421, 6 Abb., 6 Taf.; Frankfurt a. M.
PFEIL, F. & WERNER, W. (1991): Sammlung R. Baumgartner. – In: Jahresbericht 1990 und Mitteilungen, S.12– 21, 4 Taf.; Freunde Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. München e.V; München.
PURKAYASTHA, S. K. (1996): A Manual of Indian Timbers. – 614 S.; Calcutta (Sribhumi Publ. Comp.).
RICHTER, H. G. (1981): Anatomie des sekundären Xylems und der Rinde der Lauraceae. – Sonderbände Naturwiss. Ver. Hamburg, **3**: 52 Abb., 13 Tab., 2 Taf.; Hamburg u. Berlin (J. Jungius-Ges.).
SCHEIBER, C. (1965): Tropenhölzer. – 398 S., 301 Abb., 25 Tab.; Leipzig (VEB).
SEITNER, L. (1987): Miozäne Mikrofloren aus Sedimenten der Süßbrackwassermolasse und der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. – 352 S., I–XVI, 4 Tab.,14 Diagr.; München (Fotodruck).
SELMEIER, A. (1983): *Carapoxylon ortenburgense* n. sp. (Meliaceae) aus dem untermiozänen Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Niederbayern). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **23**: 95–117, 6 Abb., 4 Taf.; München.
SELMEIER, A. (1985): Jungtertiäre Kieselhölzer (Bombacaceae, Tiliaceae, Meliaceae) aus dem Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Niederbayern). – Münchner Geowiss. Abh., Reihe A, Geologie und Paläontologie, **6**: 89–140, 9 Abb., 10 Taf.; München.
SELMEIER, A. (1986): Jungtertiäre Kieselhölzer aus Rauscheröd (Niederbayern). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **86**: 249–260, 2 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
SELMEIER, A. (1989): Ein verkieselter Mahagonistamm (Meliaceae) aus dem Ortenburger Schotter. – Naturwiss. Z. für Niederbayern, **31**: 81–106, 15 Abb.; Landshut.
SELMEIER, A. (1994): Kieselhölzer aus dem Donauraum zwischen Regensburg und Passau. – Der Bayerische Wald, **8**: 9-19, 13 Abb.; Grafenau.
SELMEIER, A. (1998a): *Euphorbioxylon ortenburgense* n. sp. from the East Bavarian Molasse with disjunctive ray cell walls.– Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **38**: 259– 273, 1 Abb., 2 Tab.; München.
SELMEIER, A. (1998b): Aufsammlung von Kieselhölzern aus tertiären Schichten Süddeutschlands, der Schweiz und aus Österreich. – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **38**: 275-300, 10 Abb., 7 Tab.; München.
UNGER, H. J. (1984): Geol. Karte von Bayern 1:50000, Erläuterungen zum Blatt Nr. Griesbach im Rottal. – 245 S.; Bayer. Geol. Landesamt München.
UNGER, H. J. (1995): Der Ortenburger Schotter in Bohrungen Ostniederbayerns. – Documenta naturae, **95**: 22– 68, 11 Abb., 3 Taf.; 1995.
VOZENIN-SERRA, C., PRIVE-GILL & GINSBURG, L. (1989): Bois miocènes du gisement de Pong, Nord-West de la Thailande. – Review Palaeobotany Palynology, **58**: 333–355, 1 Abb., 4 Taf.; Amsterdam.
WALTER, H. (1973): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Hinsicht, 1., Die tropischen und subtropischen Zonen. – 743 S., 470 Abb., 135 Taf.; Stuttgart (G. Fischer).
WARBURG, O. (1921): Die Pflanzenwelt, 2. – 544 S., 292 Abb., 24 Taf.;Leipzig und Wien.
ZIEGLER, R. & FAHLBUSCH, V. (1986): Kleinsäuger-Faunen aus der basalen Oberen Süsswasser-Molasse Niederbayerns. – Zitteliana, **14**: 3–58, 31 Abb., 17 Tab., 10 Taf.; München.